Б. В. ПОРТНОЙ
Н. М. МАСЛЕННИКОВ
Н. Н. НЕВСКИЙ

Концертный комплекс электро-музыкальных инструментов

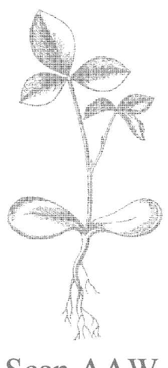


МАССОВАЯ
РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 839

Б. В. ПОРТНОЙ,
Н. М. МАСЛЕННИКОВ,
Н. Н. НЕВСКИЙ

Концертный комплекс электро-музыкальных инструментов







«ЭНЕРГИЯ» МОСКВА 1973

6Ф2.9
П 60
УДК 681.828.3

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Борисов В. Г., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Демьянов И. А., Жеребцов И. П., Канаева А. М., Корольков В. Г., Куликовский А. А., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

Портной Б. В. и др.

П 60 Концертный комплекс электромузыкальных инструментов. М., «Энергия», 1973.

40 с с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 839).

Перед загл. авт.: Б. В. Портной, Н. М. Масленников, Н. Н. Невский

В брошюре описано устройство электромузыкальных инструментов и многоканальных усилителей к ним, изложена методика их налаживания.

Брошюра рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

П $\frac{0345\text{-}409}{051(01)\text{-}73}$ 272-73 6Ф2.9

© Издательство «Энергия», 1973 г.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы большое распространение получили ансамбли электромузыкальных инструментов. Обычно это две-три электрогитары, электроорган и некоторые другие инструменты. Начинающему ансамблю не всегда удается приобрести нужные электромузыкальные инструменты промышленного производства, так как выпускаются они в ограниченных количествах и стоят довольно дорого. Цель данной брошюры — помочь начинающим музыкантам в изготовлении самодельных электронных инструментов, почти не уступающих по своим техническим данным фабричным образцам. Описываемая аппаратура в течение продолжительного времени эксплуатировалась в составе московского вокально-инструментального ансамбля «Весенние грозы» и продемонстрировала высокое качество звучания, надежность в работе, транспортабельность и удобство в обращении.

Предлагаемый вниманию читателей концертный комплекс электромузыкальных инструментов состоит из трех электрогитар, многоголосого электромузыкального инструмента, усилителей НЧ, акустической системы, ревербератора и аппаратуры канала радиосвязи.

ЭЛЕКТРОГИТАРЫ

Простейшую электрогитару можно сделать из обычной (акустической), укрепив под ее струнами электромагнитный звукосниматель. Однако такая электрогитара имеет ряд существенных недостатков, затрудняющих использование ее в концертных целях. Большим недостатком электрогитары с акустическим корпусом является влияние резонатора на качество звучания. Колебания деки воспринимаются электромагнитным звукоснимателем в виде помех. Чтобы избавиться от этого недостатка, корпус электрогитары стали делать без акустического резонатора. При использовании электрогитары в качестве солирующего инструмента большое значение имеет свободный доступ руки играющего ко всему грифу. У акустических гитар для игры доступны лишь 12—14 ладов, в то время как для солирующей гитары бывает недостаточно и 20. Чтобы увеличить доступ ко всем ладам грифа, в деке гитары по обеим сторонам грифа делают вырезы. При этом гитара приобретает своеобразную форму, хорошо знакомую музыкантам и любителям эстрадного искусства (рис. 1).

В данной брошюре дается подробное описание конструкции солирующей гитары, аналогичной конструкции ритм- и бас-гитары, за

исключением незначительных деталей, о которых будет сказано особо.

Изготовление электрогитары рекомендуется начинать с корпуса. Его можно выполнить из многослойной фанеры, кленовой доски или другого достаточно легкого и мало деформирующегося на изгиб в направлении струн материала толщиной 20—30 *мм.* Последнее требование весьма существенно: при его невыполнении даже при слабом нажатии на гриф в процессе игры под действием натяжения струн корпус будет изгибаться, а звук — «плавать». Гриф можно взять от обычной гитары или изготовить самостоятельно. К корпусу его прикрепляют при помощи прочной металлической пластинки (рис. 2). Для этого в корпусе и грифе сверлят сквозные отверстия, через которые болтами крепят соединительную пластинку. Применять для этой цели шурупы нежелательно, так как из-за большой нагрузки, создаваемой струнами, крепление в скором времени ослабнет, что приведет опять-таки к «плаванию» звука. При креплении грифа следует учесть, что он должен иметь некоторый наклон к плоскости корпуса гитары (рис. 3). Это делают для удобства регулировки высоты струн при закрепленном грифе. Уровень наклона грифа подбирают, изменяя высоту распорки.

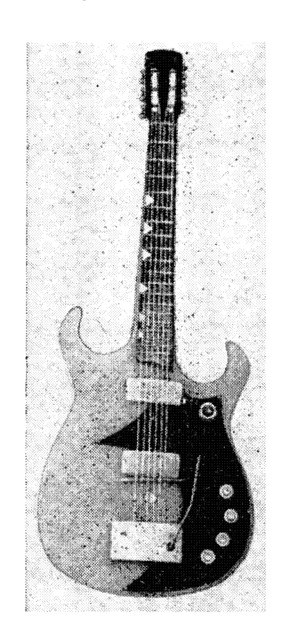


Рис. 1. Внешний вид электрогитары.

Струны одним концом крепят к колкам грифа, другим — ко втулке механического вибрато, позволяющего получать вибрацию звука и некоторые другие эффекты. Устройство вибрато показано на рис. 4. При нажатии на рукоятку *3* втулка *1* поворачивается, сжимая пружину *2* и изменяя натяжение струн. В нижнем положении рукоятки высота звука изменяется на $^1/_2$—$^1/_4$ тона ниже, а в верхнем — выше по сравнению с высотой звука в нейтральном положении рукоятки.

Втулку *1* вытачивают из алюминия. Длина ее должна допускать нормальное расположение струн (рис. 4). Исходя из этого, она берется равной примерно 90—100 *мм.* Диаметр втулки 18—20 *мм*; расстояние между горизонтальными отверстиями для струн 9—10 *мм.* К корпусу гитары втулка крепится винтами М4 с помощью кронштейнов *4.* Крепление шурупами может оказаться ненадежным и со временем из-за переменной нагрузки на втулку вибрато ослабнет, что приведет к «плаванию» звука. При сборке рукоятка ввинчивается в резьбовое отверстие (М4) во втулке. Рукоятка *3* должна иметь длину, обеспечивающую удобное пользование ею в процессе игры. Изготовляется она .из стального прутка диаметром 4—6 *мм.* На ввинчиваемом конце рукоятки также нарезается резьба М4 и навинчивается контргайка, выполненная в форме декоративной втулки с накаткой. Контргайка служит для фиксации рукоятки под определенным углом к направлению струн. Пружи-

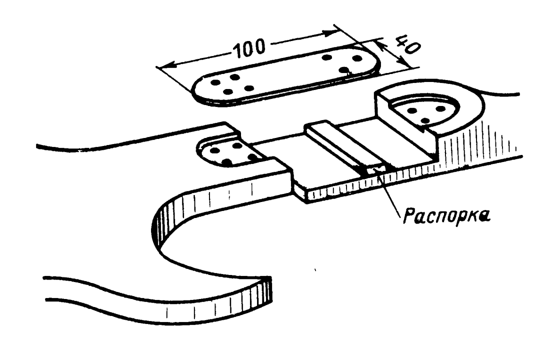


Рис. 2. Крепление грифа к корпусу электрогитары.

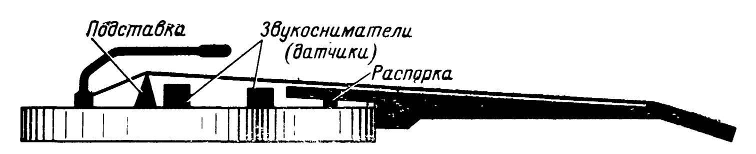


Рис. 3. Расположение распорки, звукоснимателей и подставки.

ну *2* можно изготовить из легированной стали толщиной 1,5—2,0 *мм*. К втулке она крепится через три вертикальных отверстия, которые не должны совпадать с отверстиями для струн. Отверстия в стальной пластине можно просверлить победитовым сверлом или же, нагрев пружину докрасна, пробить гвоздем. В этом случае пружину следует закалить. Большей упругости пружины можно достигнуть, выполнив ее по типу рессоры, т. е. составив из 2—3 полосок металла, длины которых относятся как 1 : 2 : 4. Наложив полоски друг на друга, следует скрепить их совмещенные концы на втулке вибрато заклепками диаметром 3 *мм*. Длина нижней пластины 60—70 *мм*.

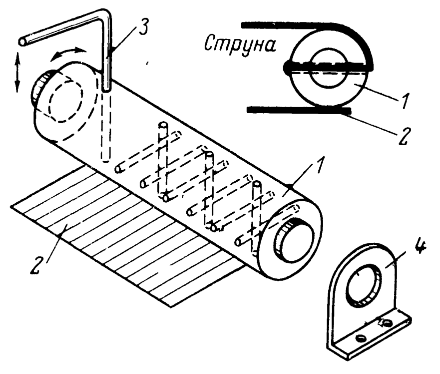


Рис. 4. Устройство механического вибрато.

При закреплении механического вибрато на деке необходимо учесть, что его расстояние от верхнего порожка грифа должно быть на 100—200 *мм* больше длины мензуры, т. е. удвоенного расстояния от верхнего порожка до 12-го лада. Подставка (см. рис. 3) устанавливается точно на длину мензуры. Ее положение подбирают опытным путем, исходя из того, что при правильно установленной

подставке каждая струна, прижатая на 12-м ладу, должна звучать в тон с открытой струной. Высота подставки должна быть такой, чтобы высота струн над 12-м ладом равнялась 3 *мм*.

В простейшей конструкции электрогитары под струны ставят один звукосниматель и сигнал с него подводят непосредственно к усилителю НЧ. Для солирующей гитары весьма желательно иметь автономную систему регулировки громкости и тембра. Для этого на гитаре следует установить не один, а два-три звукоснимателя и поочередно включать их в работу. Темб звука сильно зависит от положения звукоснимателя на деке. Так, например, звукосниматель,

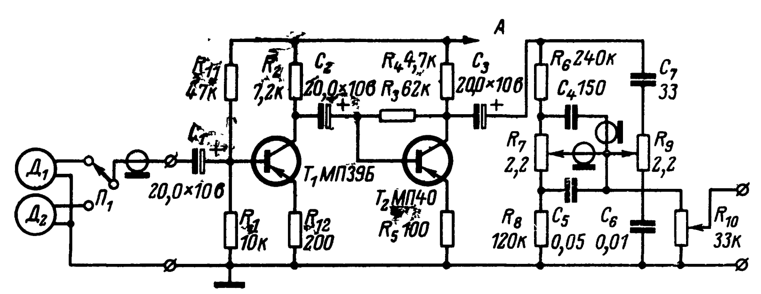


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема предварительного усилителя и темброблска.

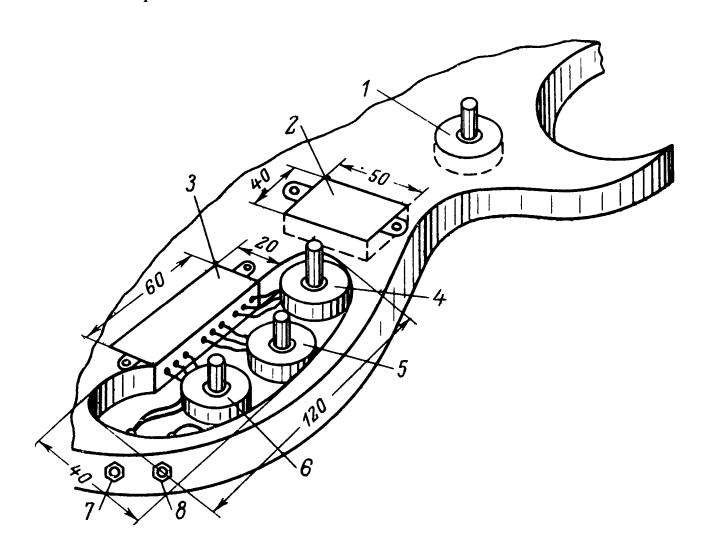


Рис. 6. Расположение предварительного усилителя и темброблока в корпусе гитары.

1 — переключатель датчиков; *2* — предварительный усилитель; *3* — плата регулировки тембра; *4* — регулятор высоких частот; *5* — регулятор нижних частот; *6* — регулятор громкости; *7* — выходные гнезда; *8* — гнезда питания.

расположенный под грифом (верхний на рис. 1), лучше передает низшие частоты, а звукосниматель, расположенный у нижнего порожка, — верхние. Для каждого звукоснимателя можно сделать отдельный выход, хотя лучше использовать переключатель и один общий выход (рис. 5). Для плавной регулировки тембра служит фильтр, собранный по типовой схеме, но с расширенными пределами регулирования. Тембр регулируется потенциометрами R_7 и R_9.

Между звукоснимателями и регуляторами тембра включен предварительный усилитель НЧ на двух транзисторах. Усилитель позволяет согласовать низкоомный выход звукоснимателей с высокоомным входом регулятора тембра. Все это устройство монтируется в корпусе гитары. Регулятор тембра выполнен на монтажной планке и заключен в сплошной металлический экран. С регулировочными резисторами R_7 и R_9 он соединен экранированным проводом. Выходные цепи тоже тщательно экранированы.

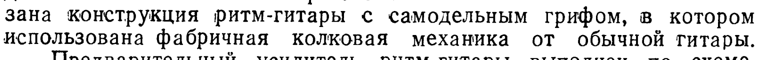
Примерное расположение деталей усилителя и регулятора в корпусе гитары показано на рис. 6. С выхода регуляторов тембра сигнал подается на вход основного усилителя НЧ, который в данном случае специально предназначен для солирующей гитары и имеет устройства для получения различных звуковых эффектов.

Детали, собранные в корпусе гитары, закрывают фальшпанелью, на которую выносят регуляторы тембра, громкости и переключатель звукоснимателей. Сам корпус покрывают цветным органическим стеклом, красят нитрокраской, лакируют или подвергают какой-либо другой отделке.



Рис. 7. Внешний вид ритм-гитары.

Ритм-гитара предназначена для аккомпонемента. На рис. 7 пока-



зана конструкция ритм-гитары с самодельным грифом, в котором использована фабричная колковая механика от обычной гитары.

Предварительный усилитель ритм-гитары выполнен по схеме, аналогичной показанной на рис. 5. Питается он через встроенный в корпус гитары генератор вибрато.

Схема генератора вибрато приведена на рис. 8. Фазовращающие цепочки $R_1R_2C_1$, R_3C_2, R_4C_3 поворачивают фазу напряжения обратной связи, подаваемого с коллектора транзистора T_2 на вход транзистора T_1, на 180°. Необходимая для генерации величина напряжения обратной связи подбирается резистором R_8.

Правильно собранный генератор на транзисторах с коэффициентом усиления по току $B_{ст}=100 \div 120$ сразу начинает работать. Резистор R_2 позволяет регулировать частоту генератора от 5 до 20 *гц*, а резистор R_9 — амплитуду напряжения вибрации от 0 до

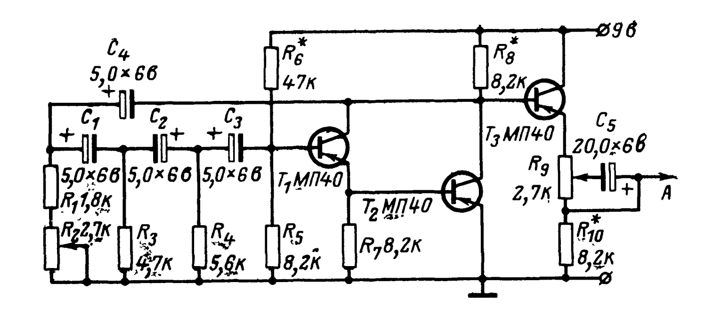


Рис. 8. Принципиальная электрическая схема генератора вибрато.

1,5 *в*. Оба резистора вынесены на переднюю панель корпуса гитары. С предварительным усилителем генератор вибрато соединяется проводом, обозначенным буквой *А* (см. рис. 5 и 8).

В бас-гитаре можно обойтись одним звукоснимателем. Напряжение с него подают непосредственно на усилитель НЧ с соответствующими фильтрами. Звукосниматель следует установить таким образом, чтобы расстояние между ним и струнами было равно 15—20 *мм*, что способствует лучшему воспроизведению низших частот и подавлению высших. Так как сила натяжения струн на бас-гитаре сравнительно невелика, то ее гриф можно крепить к корпусу иначе, чем в двух предыдущих гитарах, например способом «ласточкин хвост» (рис. 9).

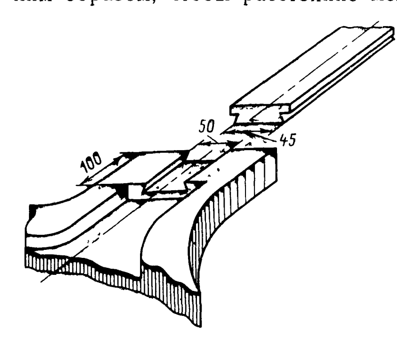


Рис. 9. Крепление грифа к корпусу бас-гитары.

Обмотки звукоснимателей, использованных в описанных гитарах, намотаны на плоских магнитах, ориентированных таким образом, что их полюсы лежат в плоскости, перпендикулярной направлению струн (рис. 10). Катушка звукоснимателя содержит 1 500—2 000 витков провода ПЭЛ 0,1. Постоянные магниты можно применить от реле РПС-5 или динамического микрофона ДЭМШ-1А. Можно также взять брусок высокоуглеродистой стали длиной 70 *мм* (например, от плоского напильника) и намагнитить его от сильного постоянного магнита либо поместив в электромагнитное поле. Для

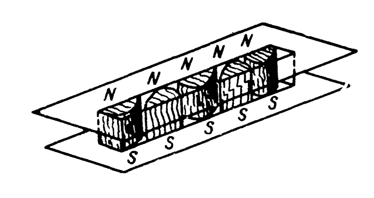
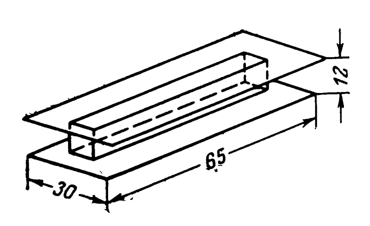
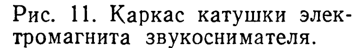
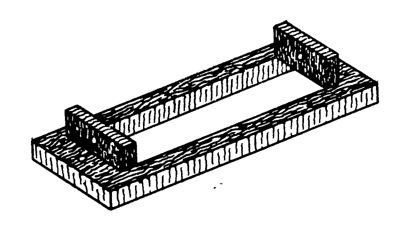


Рис. 10. Размещение постоянных магнитов в окне каркаса звукоснимателя.




Рис. 11. Каркас катушки электромагнита звукоснимателя.


Рис. 12. Рамка крепления звукоснимателя к корпусу гитары.

этого на брусок следует намотать катушку из 70—100 витков изолированного провода диаметром 1,5—2,0 *мм* и пропустить по ней импульс постоянного тока 5—10 *а* (для предохранения источника тока от перегрузки последовательно с катушкой включают плавкий предохранитель — отрезок проволочки диаметром 0,2—0,3 *мм*).

Детали каркаса звукоснимателя выполнены из органического стекла толщиной 1—2 *мм* в соответствии с размерами, указанными на рис. 11, и склеены дихлорэтаном. Звукосниматель крепится (прижимается) к корпусу гитары с помощью рамки (рис. 12) из эбонита. Для этого нижняя щечка каркаса делается на 2—3 *мм* больше верхней. Рамка крепится к корпусу гитары шурупами. Для устранения наводок от сетей переменного тока звукосниматели необходимо экранировать. Экран выполняют из немагнитного материала, например бронзы или латуни (рис. 13), и делают в нем прорезь по ширине сердечника звукоснимателя. После этого экран надевают на рамку и крепят к ней винтами М3.

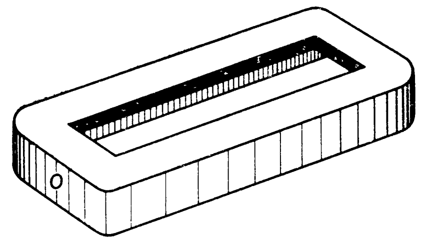


Рис. 13. Крышка-экран звукоснимателя.

КЛАВИШНЫЙ ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

В концертном комплексе электромузыкальных инструментов используется многоголосый клавишный электромузыкальный инструмент (рис. 14).

Музыкальный диапазон инструмента составляет пять октав с большой терцией (65 клавиш) и выбран в пределах от звука «до» контроктавы до звука «ми» третьей октавы (рис. 15).

Электрическая схема инструмента состоит из следующих функциональных блоков: задающих генераторов, делителей частоты с манипуляторами, клавиатуры, блока коммутации и темброблока, генератора вибрато, устройства глиссандо, контрольного усилителя НЧ и блока питания.

Взаимосвязь отдельных блоков поясняется рис. 16. В отличие от многих других моделей в данной схеме клавиатура является органом управления манипуляторами и не прерывает путь переменных токов генераторов, что существенно повышает качество работы инструмента.

Принципиальная схема. Задающие генераторы (рис. 17) собраны на транзисторах T_1, T_2 по схеме несимметричного мультивибратора с гальванической связью. Нужная частота колебаний (см. таблицу) устанавливается подбором сопротивления резистора R_5 и емкости конденсатора C_2. Для точной настройки служит переменый резистор R_6. С нагрузки задающего генератора напряжение подается на манипулятор и первый делитель частоты на 2. Частота задающего генератора не остается постоянной. Она принудительно изменяется с помощью генератора вибрато (см. рис. 8), напряжение которого через цепочку R_1C_1 поступает на вход транзистора T_1. Девиация частоты (амплитуда вибрации) зависит от величины подаваемого напряжения и регулируется на выходе генератора вибрато потенциометром R_9.

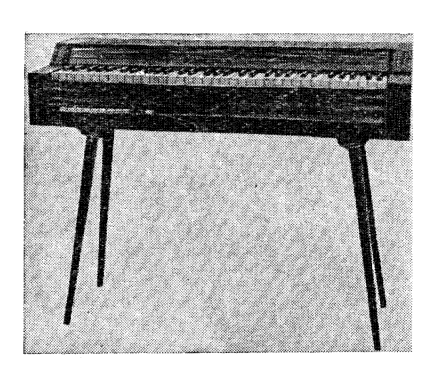


Рис. 14. Внешний вид клавишного электромузыкального инструмента.

Делители частоты (рис. 17) выполнены по схеме симметричного триггера на транзисторах T_3—T_{10}. Каждый последующий триггер понижает частоту предыдущего в 2 раза. Транзисторы для делителей частоты необходимо подобрать попарно по параметрам $B_{ст}$ и $I_{ко}$.

Задающий генератор	Нота	Частота, *гц*	Задающий генератор	Нота	Частота, *гц*
1	Ми	1 319	7	Си-бемоль	932,3
2	Ми-бемоль	1 245	8	Ля	880
3	Ре	1 175	9	Ля-бемоль	830,6
4	Ре-бемоль	1 109	10	Соль	784
5	До	1 047	11	Фа-диез	740
6	Си	987,8	12	Фа	698,5

Генераторами тона высоких частот являются 12 задающих генераторов — большая терция и частично вторая октава. Делители частоты по два на каждую октаву работают в остальном диапазоне частот, в том числе самых низких частот контроктавы, для которой собираются соответственно пять дополнительных триггеров.

Манипуляторы (рис. 18) состоят из диодов, подключенных к задающим генераторам тона. При замыкании контактов клавиатуры $Кл_1$, $Кл_2$ и т. д. диоды плавно открываются по мере заряда конденсаторов C_1, C_2 и т. д. При размыкании контактов (отпускании клавиш) конденсаторы разряжаются, например C_1 через R_3 и т. д., и диоды вновь закрываются. Время заряда конденсаторов устанавливается с помощью резистора R_{16}. Таким образом регулируется скорость нарастания колебаний отдельных тонов, что придает звуку своеобразный тембровый оттенок.

Манипуляторы постоянно находятся под напряжением соответствующих генераторов тона и использование их в цепях управления звуком позволяет устранить «щелчки» при замыкании контактов клавиатуры.

На схеме на рис. 18 показаны резисторы R_{18}, R_{19} и т. д., связывающие между собой выходы тонгенераторов. Дело в том, что симметричные триггеры, применяемые здесь, дают выходное напряжение прямоугольной формы, спектр частот которого не содержит четных гармоник, и такое соединение позволяет пополнить спектр частот соседнего триггера гармониками четного порядка и таким образом уравнять тембры сигнала тонгенераторов.

Темброблок (рис. 19) состоит из формантных контуров, фильтров низших и высших частот и предварительного усилителя напряжения НЧ. Введение в схему формантных контуров объясняется тем, что звук обычного инструмента имеет форматную структуру. Другими словами, спектр звука имеет несколько явно выраженных частотных составляющих.

Рис. 15. Музыкальный диапазон клавишного ЭМИ.

Как видно из схемы, напряжение сигнала с выхода манипуляторов подается на вход транзистора T_1 с нагрузкой в цепи эмиттера. Эмиттерный повторитель ослабляет влияние малого сопротивления формантных фильтров (L_1C_2—L_4C_5) на работу задающих генераторов. Сама цепочка формантных фильтров включена в эмиттерную цепь T_1 через резистор R_3, на котором выделяется напряжение сигнала. Действие формантных фильтров основано на свой-

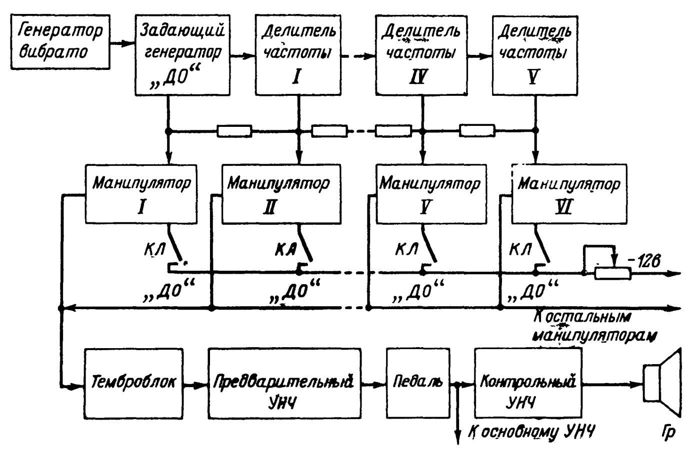


Рис. 16. Блок-схема основных функциональных узлов инструмента.

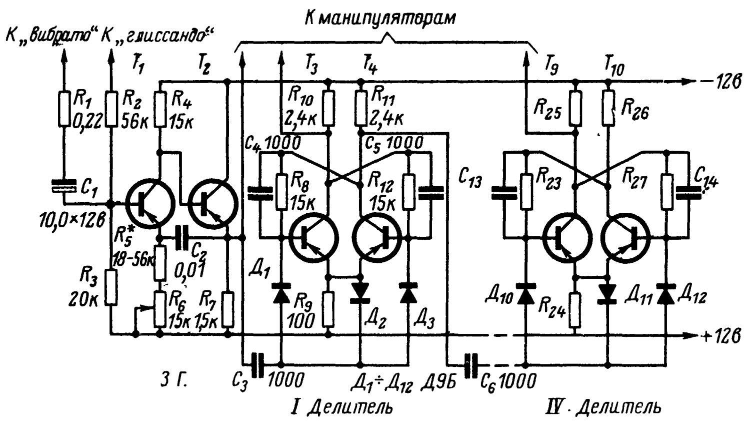


Рис 17. Принципиальная электрическая схема задающего генератора и делителей частоты.

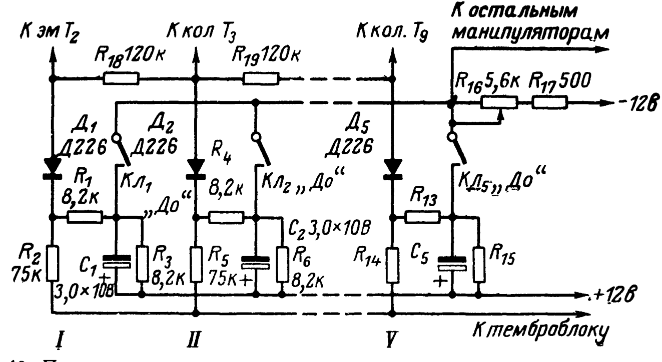


Рис. 18. Принципиальная электрическая схема тон-манипуляторов.

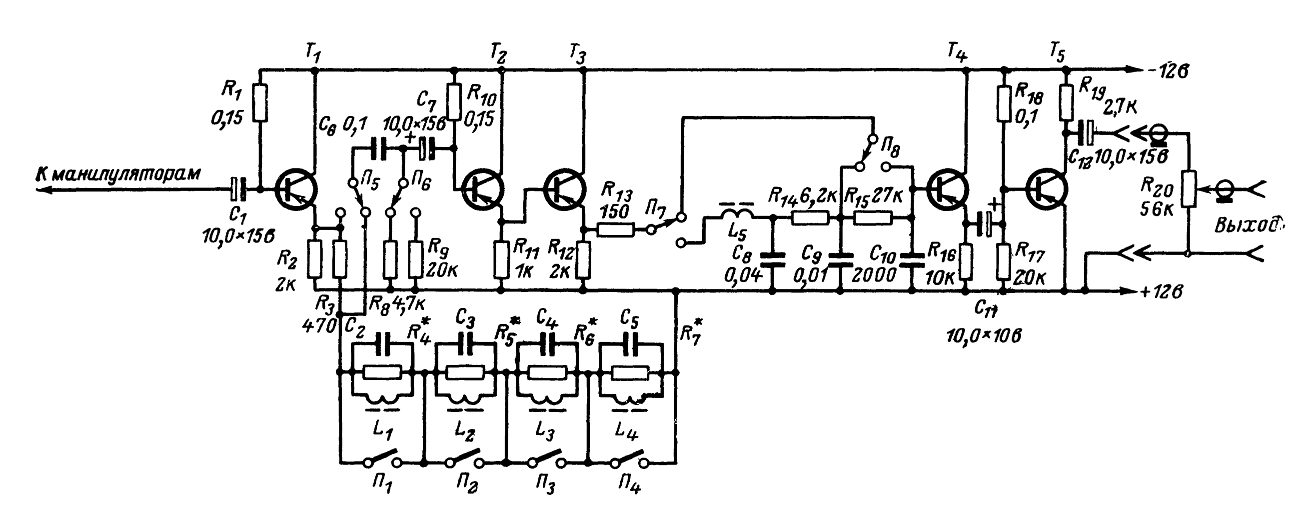


Рис. 19. Принципиальная электрическая схема темброблока.

стве параллельного колебательного контура увеличивать свое сопротивление на резонансной частоте. При помощи переключателей $П_1$—$П_5$ можно изменять число формант в сигнале или вовсе исключить их. В последнем случае напряжение сигнала с эмиттера транзистора T_1 поступает непосредственно на фильтр нижних частот — $C_6R_8(R_9)$. Соотношение между амплитудами напряжения на фор-

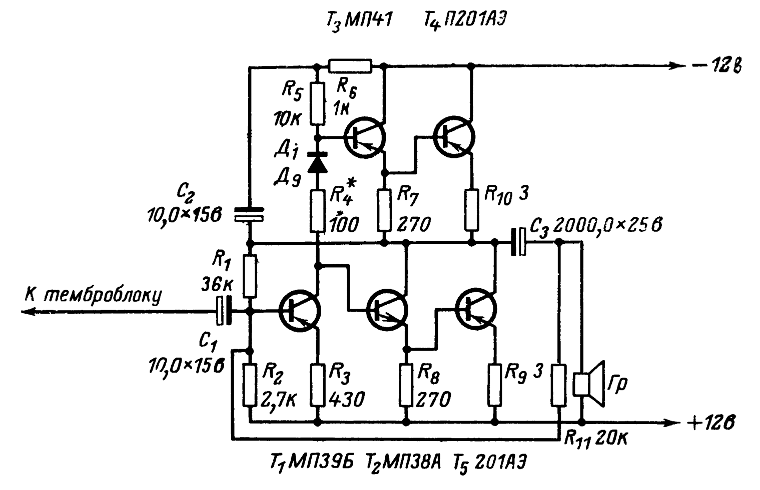


Рис. 20. Принципиальная электрическая схема контрольного усилителя.

мантных контурах подбирается экспериментально при помощи резисторов R_4—R_7, сопротивление которых лежит в пределах 60—500 *ом*. Резонансные напряжения на всех контурах устанавливаются примерно на уровне $^1/_2$ напряжения на первом контуре с резонансной частотой 300 *гц*. Резонансные частоты формантных контуров следующие: 300 *гц* (C_2=0,27 *мкф*; L_1=1 *гн*), 500 *гц* (C_3=0,27 *мкф*; L_2=0,5 *гн*); 600 *гц* (C_4=0,2 *мкф*; L_3=0,5 *гн*); 1 500 *гц* (C_5= =0,055 *мкф*; L_4=0,2 *гн*). Выбранные частоты соответствуют примерно формантной структуре контрофогота.

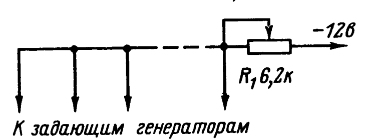


Рис. 21. Принципиальная электрическая схема устройства глиссандо.

Между фильтрами нижних ($C_6R_8R_9$) и верхних ($R_{14}C_9R_{15}C_{10}$) частот включен двойной эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторах T_2, T_3, и введено звено L_5C_8 для более резкого среза высших частот. Контур L_5C_8 настроен на частоту 2,5 *кгц*. Катушка L_5 имеет индуктивность 0,2 *гн*.

Для улучшения соотношения сигнал — шум на входе основного усилителя НЧ после формантных фильтров включен предварительный усилитель НЧ на транзисторах T_4, T_5. Важно отметить, что в этих каскадах, также как и во всех каскадах темброблока, при-

менены малошумящие транзисторы типа МП39Б с параметрами $B_{ст}=40 \div 80$ и $I_{ко}=1 \div 2$ *мка*.

С выхода темброблока напряжение сформированного сигнала (порядка 400—500 *мв*) через регулятор громкости R_{20} подается на вход основного усилителя НЧ. Удобно управлять громкостью звучания инструмента ножной педалью. Для этой цели служит резистор R_{20} типа СП-1А 56 *ком*, помещенный в экран. Параллельно напряжение сигнала поступает на вход контрольного усилителя НЧ.

Контрольный усилитель (рис. 20) имеет достаточную для целей контроля и проверки работы инструмента, а также репетиции выходную мощность порядка 1 *вт*. Выходной каскад усилителя выполнен по бестрансформаторной схеме. Сопротивление резистора R_4 влияет на форму выходного сигнала и подбирается экспериментально при налаживании усилителя. Коэффициент усиления транзисторов T_1—$T_3 B_{ст}$ лежит в пределах 60—80, а $I_{ко}$ не превышает 5 *мка*.

Устройство глиссандо (рис. 21) служит для создания специального музыкального эффекта, получившего название разлив звука.

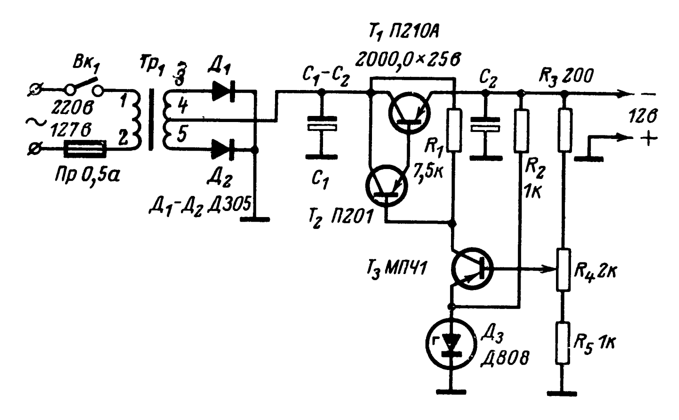


Рис. 22. Принципиальная электрическая схема блока питания.

Оно состоит из переменного резистора типа СП2-А сопротивлением 6,2 *ком*. Сопротивление этого резистора регулируется с помощью ножной педали, что вызывает изменение частоты задающего генератора в пределах полной октавы.

Блок питания (рис. 22) должен обеспечивать стабильность частоты задающих генераторов 0,5%. Электронный стабилизатор напряжения состоит из регулирующего транзистора T_1, усилителя постоянного напряжения на транзисторах T_2 и T_3 и стабилизатора $Д_3$. Номинальное напряжение питания —12 *в* устанавливается резистором R_4.

Силовой трансформатор собран на сердечнике из пластин УШ19; толщина набора 33 *мм*. Обмотка 1—2 имеет 1 200 витков провода ПЭЛ 0,23, а обмотка 3—5 145+145 витков провода ПЭВ 0,6.

Конструкция и детали. Корпус инструмента изготовлен из дерева и оклеен отделочным пластиком. Ножки — съемные, что делает инструмент транспортабельным.

Задающие генераторы и делители частоты собраны на 13 гетинаксовых платах (рис. 23 и 24). Внешний вид платы показан на рис. 25. Все платы размещаются в левой части корпуса под клавиатурой (рис. 26). Здесь же смонтирован блок коммутации, который состоит из типового клавишного переключателя, например от радиолы «Иоланта», и 10 концевых микропереключателей. «Свободный ход» микропереключателей надежно устраняется плоской пружиной, расположенной между панелью с микропереключателями и деревянным брусом для крепления плат задающих генераторов. В блоке

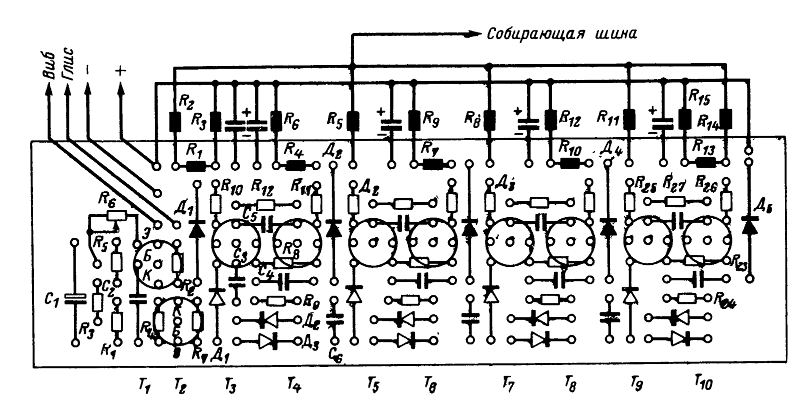


Рис. 23. Размещение деталей задающего генератора, делителей частоты тон-генераторов и тон-манипуляторов на печатной плате.

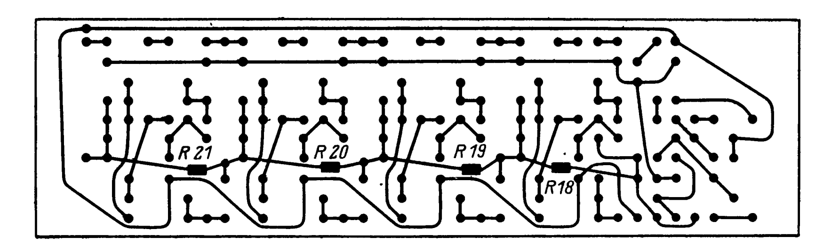


Рис. 24. Контур печатной платы.

коммутации осуществляются все переключения, имеющиеся в тембровом блоке, а также включение контрольного усилителя и генератора вибрато.

В правой части корпуса (рис. 27) размещаются остальные узлы инструмента: темброблок с предварительным усилителем, генератор вибрато, контрольный усилитель НЧ с громкоговорителем и блок питания. Здесь же установлены гнездо предохранителя, сетевой разъем, тумблер включения инструмента и разъем ножной педали. Сюда выведены регуляторы частоты и амплитуды генератора вибрато.

В устройстве контактов клавиатуры используются контактные пластины от телефонного реле типа РКН. Для усиления их возвратного действия под верхнюю пластину подкладывают пружину из фосфористой бронзы толщиной 3 *мм.* Места закрепления пластин заливают эпоксидной смолой. Белые клавиши выполнены из дерева и оклеены пластиком, черные—из листого эбонита толщиной 10 *мм.* Рабочий ход белых клавишей ограничивается общей рейкой, наложенной на тонкую резину, а ход черных — нижним краем наклонной доски инструмента, его крышкой.

Для инструмента можно использовать широко распространенные детали — резисторы МЛТ, ВС или УЛМ, транзисторы П13 — П16, МП39—МП42. В задающих генераторах использованы конденсаторы КСО, в остальных узлах — МБМ, БМ-2, электролитические конденсаторы ЭМ, К50-3. Следует, однако, учесть, что в манипуляторах нужно применять диоды, указанные на схеме, так как диоды

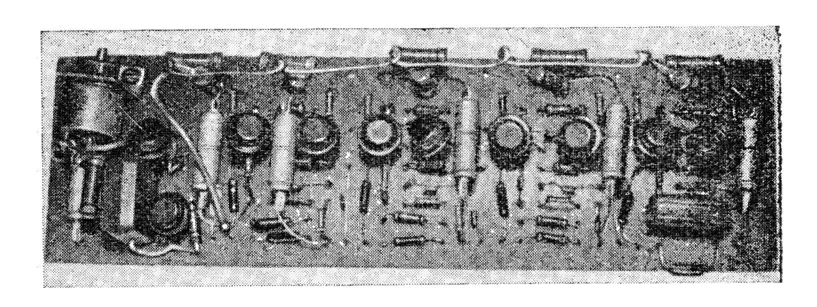


Рис. 25. Плата тон-генераторов.

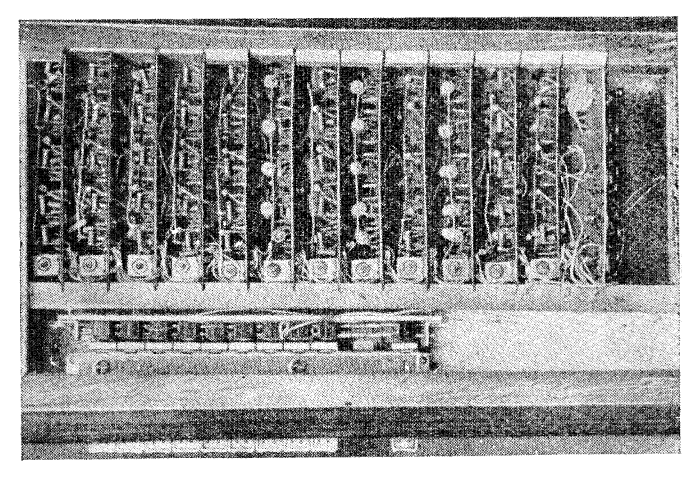


Рис. 26. Размещение плат тон-генераторов в корпусе инструмента.

другого типа, например серии Д9, имеют недостаточное обратное сопротивление, что ведет к возникновению сигнала на выходе инструмента при ненажатых клавишах. В каскадах предварительного усиления рекомендуется использовать малошумящие транзисторы типа МП39Б.

Катушки индуктивностей в темброблоке выполнены на сердечниках СБ-34а. Катушка L_1 содержит 3 100 витков провода ПЭЛ 0,06, L_2—L_3 — по 2 200 витков провода ПЭЛ 0,1 и L_4—L_5 — по 1 400 витков того же провода.

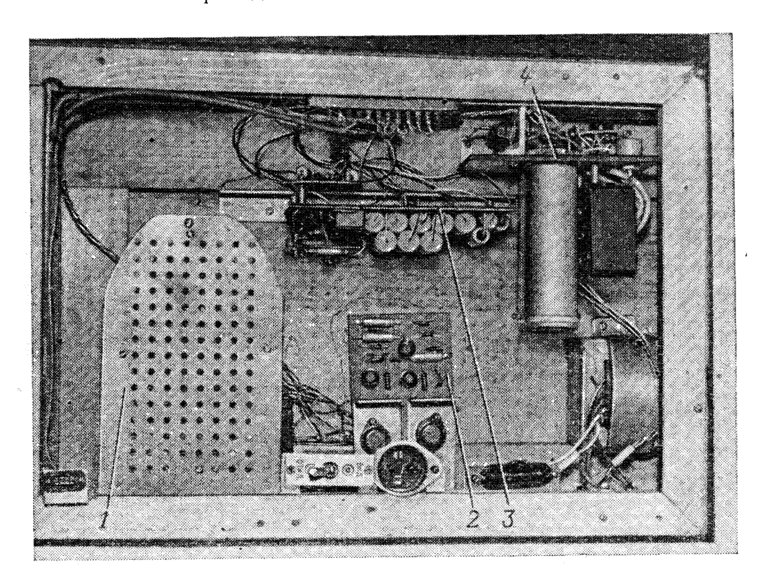


Рис. 27. Размещение функциональных устройств в корпусе инструмента.

1 — громкоговоритель; 2 — контрольный усилитель НЧ; 3 — темброблок с предварительным усилителем; 4 — блок питания.

Некоторые особенности налаживания. Налаживание инструмента следует начинать с блока питания. В качестве эквивалента нагрузки можно использовать резистор сопротивлением 20 *ом* и мощностью 10 *вт*. При подключении нагрузки выходное напряжение стабилизатора не должно уменьшаться более чем на 0,3 *в*. При изменении входного напряжения в пределах 110—250 *в* напряжение на нагрузке не должно изменяться более чем на 0,5 *в*. Задающие генераторы налаживаются с помощью осциллографа. Для этого вывод к «глиссандо» замыкают на —12 *в*. Задающие генераторы настраивают по таблице частот по фигурам Лиссажу. Проверяют с помощью осциллографа работу делителей частоты, убеждаясь в уменьшении частоты при переходе от первого к последующим делителям. Заметим, что при снятом возбуждении в любом из триг-

геров на одном транзисторе устанавливается напряжение 0,7—1 *в*, а на другом 10—11 *в*.

Работу манипуляторов проверяют также с помощью осциллографа, замыкая цепь питания —12 *в* через резисторы R_{16}—R_{17} на соответствующие конденсаторы. Амплитуда напряжения на осциллографе должна плавно нарастать при замыкании цепи и плавно падать при ее размыкании.

Настройка генератора вибрато сводится к установке режима автогенерации. При этом следует помнить, что напряжение обратной связи зависит от сопротивления резистора R_8. Частота вибрации плавно изменяется резистором R_2 в пределах 5—20 *гц*.

Особое внимание следует уделить настройке темброблока, поскольку от этого зависят качество и разнообразие музыкальных звуков. Убедившись в работоспособности предварительного усилителя, на его выход подключают осциллограф. На вход темброблока от звукового генератора подают напряжение амплитудой 1 *в* и частотой 300 *гц*, подбирая емкость конденсатора C_2, и настраивают по осциллографу в резонанс контур L_1C_2. Не изменяя амплитуды сигнала и усиления осциллографа, перестраивают генератор на частоты 500, 600, 1 500 *гц*, настраивая в резонанс соответствующие контуры.

Работу контрольного усилителя проверяют с помощью звукового генератора и осциллографа, добиваясь при входном напряжении 300—500 *мв* неискаженного усиления сигнала всеми его каскадами.

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОГИТАРЫ-СОЛО И ЭЛЕКТРООРГАНА

Усилитель (рис. 28) содержит два независимых канала: канал усилителя электрогитары-соло и канал микрофонного усилителя, на вход которого может быть также подключен электроорган. Номинальная выходная мощность каждого канала 50 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 0,8—1%. Полоса рабочих частот от 40 до 18 000 *гц*. Уровень фона при закороченных входных зажимах —70 *дб*. Усилитель имеет восемь входов, к которым могут быть подключены четыре микрофона, электрогитара, электроорган и два ревербератора, по одному на каждый канал. Чувствительность с микрофонных входов 0,5 *мв*, а с остальных — 10—20 *мв*. Микрофонный канал имеет плавную регулировку тембра по низшим и высшим частотам. Канал электрогитары-соло снабжен тремя плавными регуляторами тембра по низшим (40—1 000 *гц*), средним (1 — 10 *кгц*) и высшим (10—18 *кгц*) частотам, а также блоком эффектов, позволяющим придавать звучанию гитары различную оригинальную тембровую окраску.

Схема микрофонного усилителя приведена на рис. 29. Микрофонный канал содержит миксер на малошумящих транзисторах МП39Б T_1—T_4. Малое входное сопротивление транзисторных усилителей позволяет получить низкий уровень фона и хорошо согласуется с низкоомными выходами электродинамических микрофонов МД-44, МД-45, МД-59 и др.

Предварительный усилитель микрофонного канала выполнен на лампах $Л_1$, $Л_2$. Ко входу лампы $Л_2$ подключаются электроорган и ревербератор. Между входными каскадами и фазоинвертером включен регулятор тембра. Фазоинвертер собран на лампе $Л_3$. Перемен-

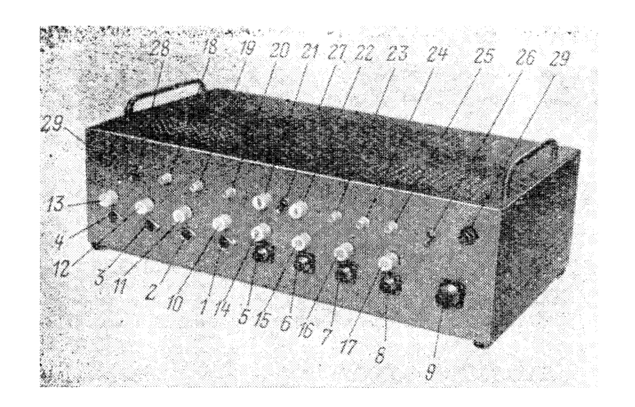


Рис. 28 Общий вид усилителя для соло-гитары и электрооргана.

1 — гнездо питания предварительного усилителя и вход соло-гитары; *2* — вход ревербератора накала соло-гитары, *3* — вход электрооргана; *4* — вход ревербератора микрофонного канала; *5—8* — входы микрофонов; *9* — разъем подключения педали; *10—17* — регуляторы громкости соответствующих входов; *18* — регулятор уровня вибрато, *19*, *20* — регуляторы тембра микрофонного канала; *21*, *22* — регуляторы тембра усилителя-ограничителя; *23—25* — регуляторы тембра канала соло-гитары; *26* — тумблер включения усилителя-ограничителя, *27* — тумблер переключения вибрато на модуляцию прямоугольных колебаний; *28* — тумблер включения «вау-эффекта»; *29* — **сигнальная лампочка.**

ный резистор R_{27} служит для балансировки фазоинвертера при настройке. Далее следует каскад усиления противофазных напряжений на лампе $Л_4$ и выходной каскад на лампах $Л_5$—$Л_6$. Выходной каскад работает в режиме класса АВ и отдает не менее 50 *вт* неискаженной звуковой мощности. Фиксированное смещение —40 *в* подается на управляющие сетки оконечных ламп от отдельных вы-

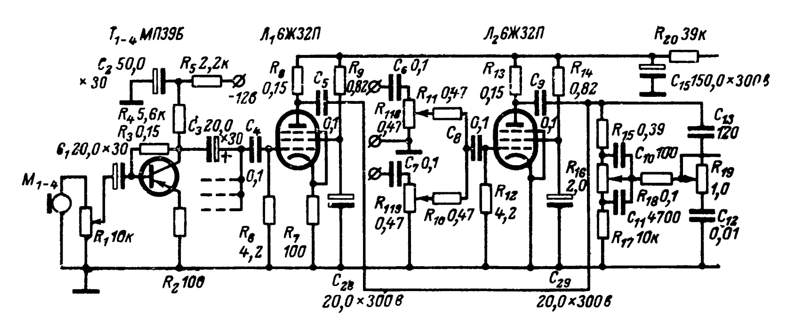


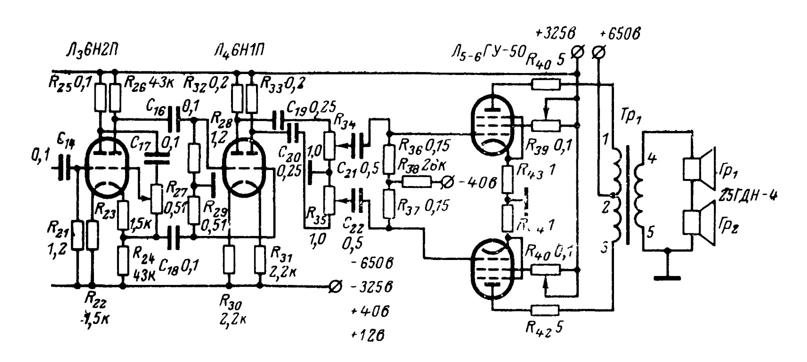
Рис. 29. Принципиальная электрическая схема

прямителей. Ток покоя каскада при экранном напряжении 325 *в* равен 100 *ма*. Переменные резисторы R_{34} и R_{35} служат для установки симметрии переменных напряжений на сетках ламп ГУ-50. Проволочные резисторы R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{44} в анадных и катодных цепях ламп оконечного каскада ухудшают добротность контура лампа — выходной трансформатор и таким образом предотвращают автогенерацию на высокой частоте, которая иногда появляется в выходных каскадах мощных трансформаторных усилителей. Переменными резисторами R_{39} и R_{40} устанавливается симметрия экранных токов выходных ламп.

Входной каскад усилителя канала электрогитары-соло (рис. 30) собран на лампе $Л_7$ и рассчитан на подключение электрогитары и реверберанора. Далее сигнал поступает на блок эффектов, содержащий следующие устройства: амплитудный модулятор, усилитель-ограничитель, октавный делитель частоты и манипулятор высших гармоник сигнала («вау-эффект»). Дистанционное управление эффектами осуществляется с помощью реле и фоторезисторов.

Амплитудный модулятор (рис. 30) выполнен на фоторезисторе R_{59} СФ2-5. Фоторезистор освещается лампочкой, например типа МН-15, 6,3 *в*, мигающей с частотой задающего генератора. Задающий генератор собран по схеме мультивибратора (транзисторы T_9—T_{10}, (рис. 31), в одно из плеч которого включена обмотка реле P_2 типа РП4. Частота вибрации 1—10 *гц* устанавливается резистором R_{116}.

Нормально разомкнутые контакты реле P_2 при срабатывании последнего замыкают цепь питания лампочки, освещающей фоторезистор. Сопротивление фоторезистора изменяется, а следовательно, изменяется и амплитуда сигнала на нем. Поскольку сопротивление фоторезистора данного типа изменяется в пределах от 2 *Мом* до сотен ом, глубина модуляции сигнала достигает 100%. Описанный модулятор наряду с простотой схемы совершенно свободен от эффекта «топтания», свойственного иногда генераторам-вибрато, изменяющим напряжение питания предварительных усилителей. Резистор R_{60} устанавливает наименьшее сопротивление цепочки $R_{59}R_{60}$ и таким образом регулирует амплитуду модуляции. Недостатком подобного принципа модуляции является ее частотно-зависимый характер, что, однако, не слишком заметно в процессе игры.



микрофонного канала и клавишного ЭМИ.

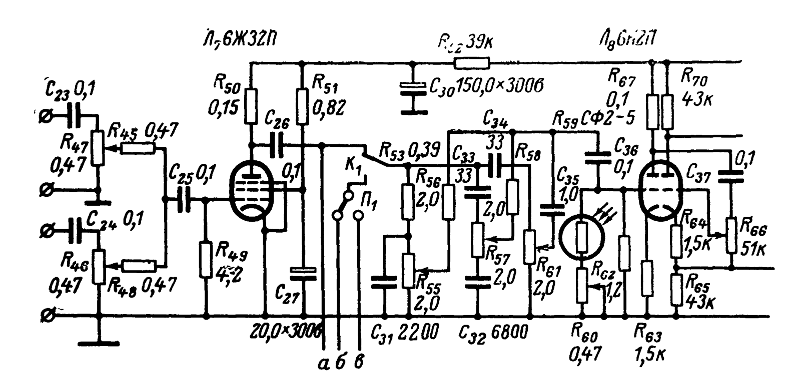
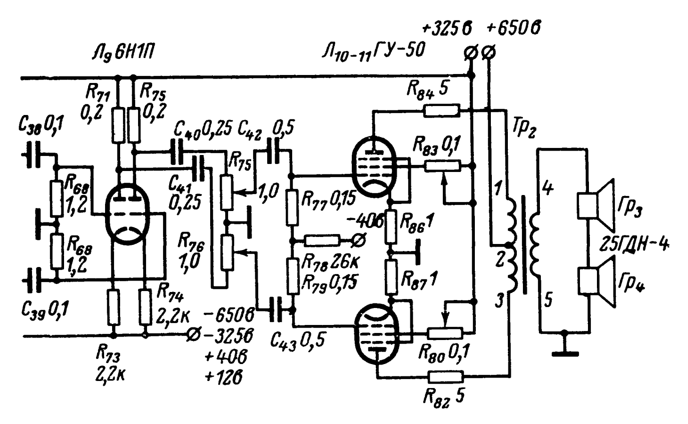


Рис. 30. Принципиальная электрическая схема

Усилитель-ограничитель совместно с октавным делителем частоты позволяет получить от электрогитары сигнал прямоугольной ступенчатой формы, по тембру напоминающий сигнал саксофона. Входной сигнал, усиленный лампами $Л_7$ (рис. 30) и $Л_{12}$, ограничивается сверху и снизу и стабилизируется по амплитуде стабилитронами $Д_1$—$Д_2$. Далее ограниченный сигнал подается на усилитель напряжения, выполненный на транзисторе T_5, с коллектора которого он поступает на вход делителя частоты. Делитель частоты представляет собой триггер, постоянные времени коллекторно-базовых цепочек которого обеспечивают деление частоты в диапазоне от 10 до 20 000 *гц*. Для улучшения условий работы триггера запуск его происходит через разделительные диоды $Д_3$—$Д_5$. При этом прямоугольные импульсы преобразуются в треугольные, причем положительные импульсы подаются в базовые цепи, а отрицательные — в эмиттерные. С коллектора транзистора T_6 снимается прямоугольное напряжение, частота которого вдвое меньше частоты напряжения, подаваемого на триггер. Это напряжение смешивается с прямоугольным напряжением, усиленным транзистором T_5. Пропорции смешиваемых сигналов регулируются переменными резисторами R_{98} и R_{111}, что позволяет получать напряжения самой разнообразной ступенчатой формы. На рис. 32 приведены формы сигнала при различных пропорциях смешиваемых частот. Здесь $U_в$ — напряжение основной частоты, $U_н$ — напряжение вдвое низшей частоты. Проходя через регулятор тембров, сигнал получает дополнительную окраску.

Наличие в смешанном сигнале двух составляющих различных частот позволяет осуществить оригинальную модуляцию. Она заключается в том, что одна из составляющих, промодулированная по амплитуде, подается на сумматор, которым служит регулятор тембра (входная цепь лампы $Л_8$) (см. рис. 30). Но модулирующим элементом при этом является уже фоторезистор R_{101}, для освещения которого к контактам реле P_2 подключается соответствующая лампочка на 6,3 *в*. Одновременно лампочка, освещающая фоторезистор R_{59}, подключается к ножной педали, о назначении которой сказано



канала (усилителя) соло-гитары.

далее. Эти переключения выполняются отдельным тумблером (на схеме не показан), вынесенным на лицевую панель усилителя. Модулируя различные составляющие и смешивая их в различных пропорциях, можно получать своеобразные тембры, напоминающие звучание электрооргана, саксофона, флейты и т. п.

Так как амплитуда сигнала на выходе ограничителя-делителя не зависит от амплитуды входного напряжения, в схеме предусмотрено дистанционное управление громкостью игры с помощью ножной педали. При нажатии педали вращается ось переменного резистора (проволочного резистора сопротивлением 100 *ом* и мощностью 2 *вт*), включенного в цепь лампочки, освещающей фоторезистор R_{59}. Яркость горения лампочки изменяется, а следовательно, изменяется и сопротивление фоторезистора. При этом резистор регулировки амплитуды вибрато R_{60} должен быть подключен к «земле».

Манипулятор высших гармоник сигнала позволяет получить «вау-эффект». Манипулятор состоит из релейного каскада, фильтров высшей и низшей частот и собственно манипулятора (см. рис. 31). После усилителя-ограничителя сигнал разделяется на высокочастотную и низкочастотную составляющие. Низкочастотная составляющая, выделенная фильтром $R_{102}C_{50}R_{103}$, беспрепятственно проходит на выход эффектора, а высокочастотная проходит через минипулятор и подается на выход с некоторой задержкой. Таким образом, из громкоговорителей слышен сначала глухой звук, быстро и плавно переходящий в резкий. Этот переход напоминает звук «вау», откуда и его название «вау-эффект». Механизм задержки следующий: пока сигнал не поступает на вход транзистора T_8, контакты P'_1 реле P_1 (РП-4) разомкнуты, анод диода $Д_6$ находится под отрицательным потенциалом относительно катода и диод заперт. При появлении сигнала реле P_1 срабатывает и замыкает контакты P'_1, через которые напряжение поступает на зарядную цепочку $R_{107}C_{54}$, и диод $Д_6$ плавно открывается. В течение этого времени громкость высокочастотного сигнала плавно возрастает, что и создает вышеописанный эффект. Резистором R_{108} устанавливается потенциал отпирания диода $Д_6$.

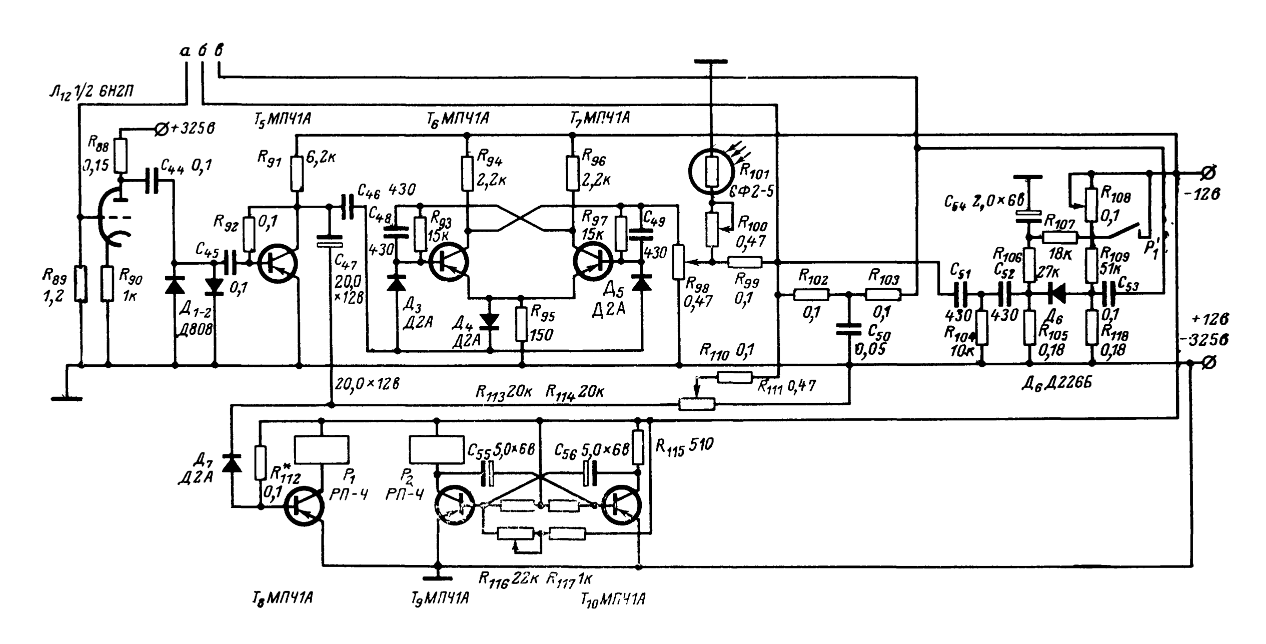


Рис. 31. Принципиальная электрическая схема блока эффектов.

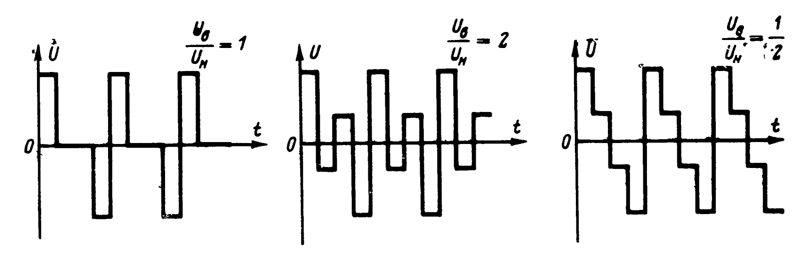


Рис. 32. Осциллограммы напряжения сигнала на выходе эффектора.

Конструкция. Усилитель электрогитары-соло выполнен в виде двух самостоятельных блоков: блока питания и блока собственно усилителя. Такая конструкция позволяет ослабить электромагнитные наводки на входные каскады усилителя. Соединяются блоки при помощи разъемов и гибкого кабеля. Одновременно по кабелю питания отводится напряжение с выходных трансформаторов и звуковые колонки подключаются к блоку питания.

Усилительный блок состоит из четырех узлов: узла предварительных усилителей, узла эффектов и двух выходных каскадов. Первые два узла выполнены на печатных платах, контуры которых показаны соответственно на рис. 33 и 34, а расположение деталей — на рис. 35 и 36. Узел предварительных усилителей заключен в сплошной алюминиевый экран. Внешний вид его со снятым экраном показан на рис. 37. На переднюю панель усилителя (рис. 28) выведены регуляторы громкости восьми входов усилителей, а также регуляторы тембров, частоты и амплитуды вибрато, регуляторы амплитуды прямоугольных колебаний, тумблер включения мультивибратора, тумблер переключения вибрато на модулирование прямоугольных колебаний и тумблер включения «вау-эффекта». Включение усилителя-ограничителя с делителем частоты производится ножной кнопкой, подключающей цепь питания реле, например реле типа РМУ, которое перебрасывает контакт K_1 (см. рис. 30) к выходу генератора прямоугольных колебаний.

Выходные трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ обоих каналов усилителя идентичны. Они выполнены на сердечниках из пластин УШ30, толщина набора 40 *мм*. Первичная обмотка содержит 2 000+2 000 витков провода ПЭЛ 0,35, вторичная — 110 витков провода ПЭЛ 1,2 при сопротивлении нагрузки 25 *ом* (два последовательно включенных громкоговорителя 25ГДН-4).

Цепи накала ламп предварительного усиления питаются постоянным током с допустимым напряжением пульсации 0,3 *в*; потребляемый ток 3 *а* при напряжении 12,6 *в*.

Блок питания (рис. 38) содержит два силовых трансформатора. Один из них обеспечивает питание накальных и сеточных цепей всех ламп, транзисторных каскадов, а также анодное питание всех ламп, кроме ГУ-50. Второй трансформатор обеспечивает анодное питание ламп усилителя мощности (ГУ-50).

Трансформатор $Тр_1$ (рис. 39) выполнен на сердечнике из пластин УШ35, толщина набора 35 *мм*. Обмотка *1—2—3* содержит 585 витков провода ПЭЛ 0,5+400 витков провода ПЭЛ 0,4, обмотка *4—5* — 60 витков провода ПЭЛ 0,16, обмотки *6—7—8—9* — по 180

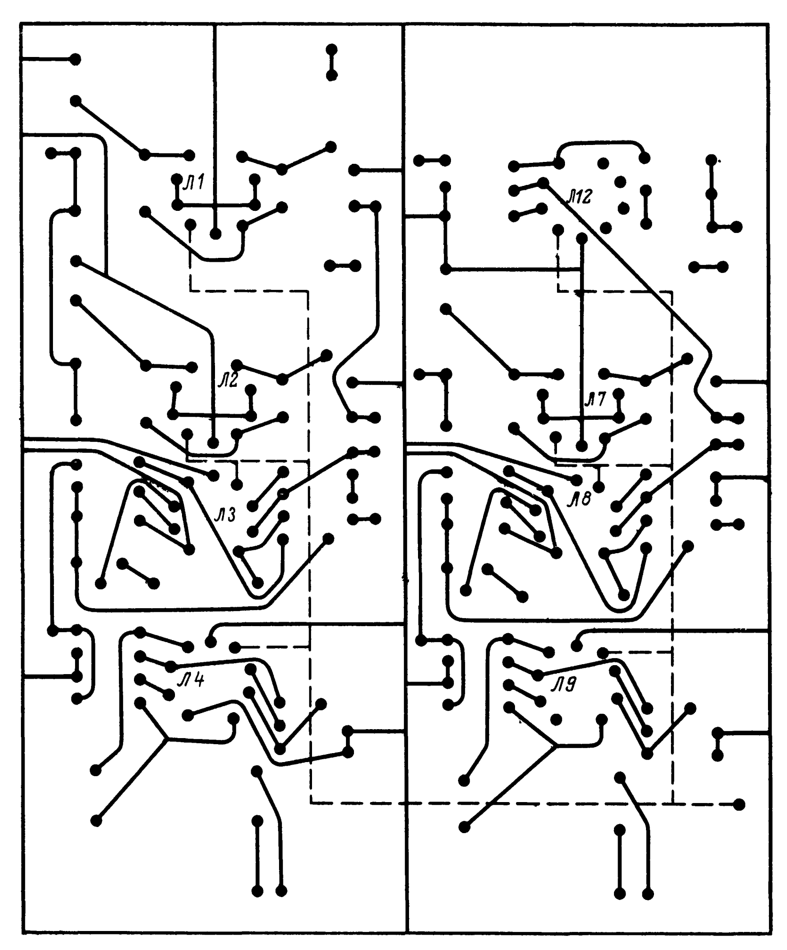


Рис. 33. Контур печатной платы предварительного усилителя.

витков провода ПЭЛ 0,12, обмотка *10—11* — 30 витков провода ПЭЛ 1,2, обмотка *12—13* — 1 580 витков провода ПЭВ 0,16 и обмотка *14—15* — 60 витков провода ПЭЛ 1,2.

На обмотку *4—5* нагружен стабилизированный выпрямитель, питающий транзисторные каскады усилителя. Накальные цепи ламп предварительных усилителей питаются постоянным током от выпрямителя, нагруженного на обмотку *10—11*, что значительно уменьшает фон переменного тока (50 *гц*). Напряжение смещения для ламп усилителей мощности обеспечивают выпрямители, нагруженные на обмотки *6—7* и *8—9*. Потенциометры R_6 и R_7 служат для балансировки выходных каскадов при настройке. Дроссели $Др_1$

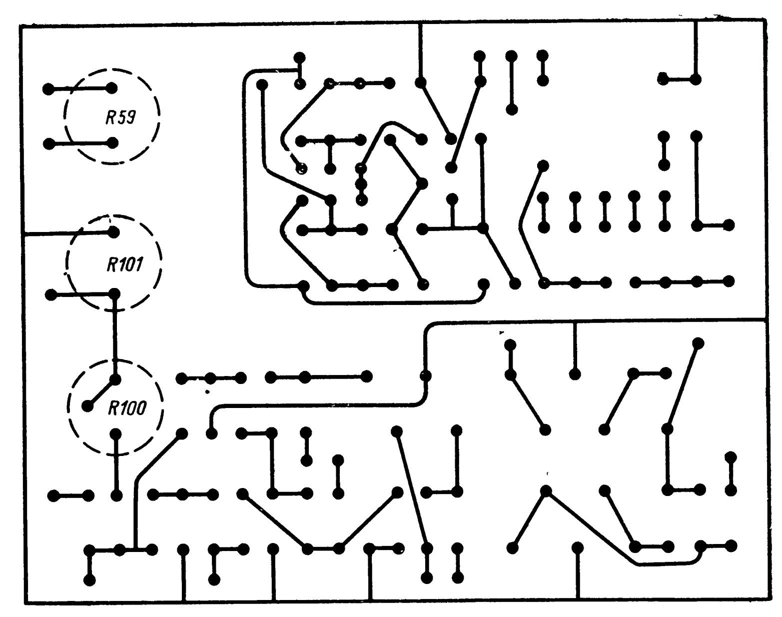


Рис. 34. Контур печатной платы блока эффектов.

и $Др_2$ трехзвенного фильтра напряжения питания анодных цепей ламп предварительных усилителей выполнены на сердечниках из пластин УШ16; толщина набора 24 *мм,* обмотки дросселей намотаны проводом ПЭЛ 0,2 до заполнения каркаса.

Обмотка *14—15* питания накала ламп ГУ-50 не должна иметь соединения с «землей». Это сделано с целью уменьшения наводок переменного тока на входные лампы через общий «земляной» провод. Трансформатор $Тр_2$ выполнен на сердечнике из пластин УШ40, толщина набора 60 *мм.* Он содержит три обмотки: сетевую, состоящую из 270 витков провода ПЭЛ 0,9+230 витков провода ПЭЛ 0,7, и две вторичные из 1 500 витков провода ПЭВ 0,3 каждая.

Следует обратить особое внимание на недопустимость включения высоковольтных выпрямителей без подключенной нагрузки, т. е. без мощных усилителей, поскольку на «холостом ходу» возможны пробой конденсаторов и выход из строя трансформатора.

Налаживание. Блочная конструкция усилителя облегчает налаживание отдельных его узлов. Налаживание предварительного усилителя сводится к проверке режимов работы ламп обоих каналов и прохождения неискаженного сигнала по всем каскадам. Налаживание усилителей мощности также начинают с измерения и установки одинаковых режимов ламп $Л_5$—$Л_6$ и $Л_{10}$—$Л_{11}$. Далее устанавливают одинаковую фазировку громкоговорителей и проверяют динамический режим работы усилителей, подавая на вход каждого плеча от звукового генератора напряжение порядка 40 *в,* после чего подключают усилители мощности к фазоинверсным каскадам и

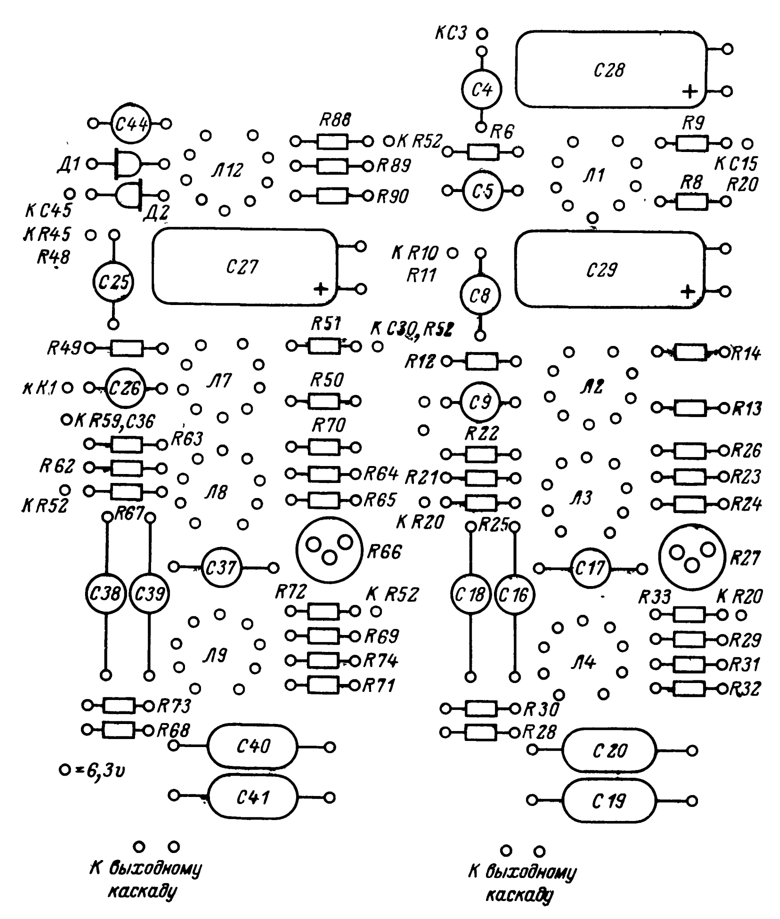


Рис. 35. Расположение деталей предварительного усилителя на печатной плате.

проверяют работу обоих каналов в целом. Работу амплитудного модулятора проверяют, поднося или «удаляя» горящую лампочку к фоторезистору R_{59}.

Ограничитель, собранный на лампе $Л_{12}$, налаживания не требует, и если на сетку этой лампы подать от генератора синусоидальное напряжение 1—2 *в*, то на диодах $Д_1$ и $Д_2$ должны появиться прямоугольные импульсы. Следует обратить внимание на режим работы транзистора T_5 Он задается резистором R_{92}, подключенным непосредственно к коллектору этого транзистора. Такое подключение создает отрицательную обратную связь, которая улучшает форму сигнала на коллекторе и выравнивает частотную характеристику каскада. Окончательно работу ограничителя проверяют с подклю-

Рис. 36. Расположение деталей блока эффектов на печатной плате.

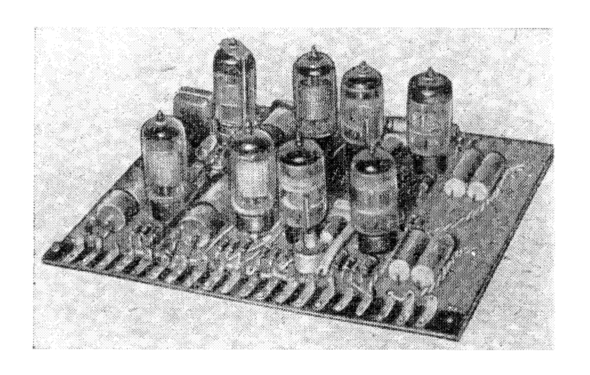


Рис. 37. Внешний вид предварительного усилителя.

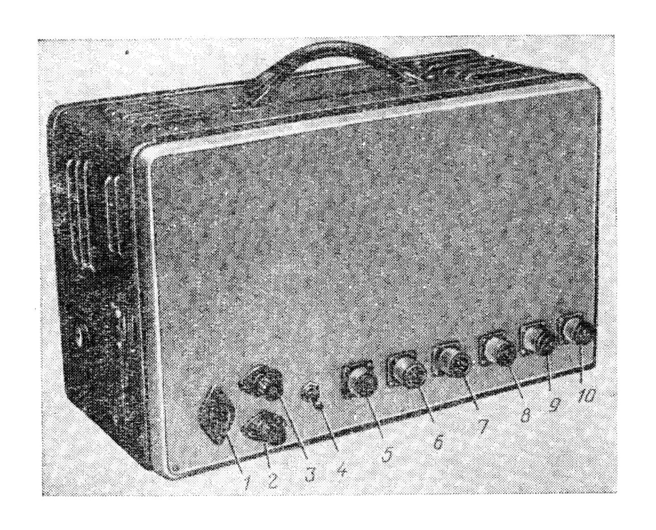


Рис. 38. Внешний вид блока питания.

1 — разъем подключения сетевого шнура; *2* — предохранитель выпрямителя предварительных каскадов, *3* — предохранитель высоковольтного выпрямителя, *4* — тумблер выпрямителя; *5*—*7* — разъемы подключения шлангов питания усилителя; *8* — разъем подключения звуковой колонки соло-канала; *9*, *10* — разъемы подключения звуковых колонок микрофонного канала.

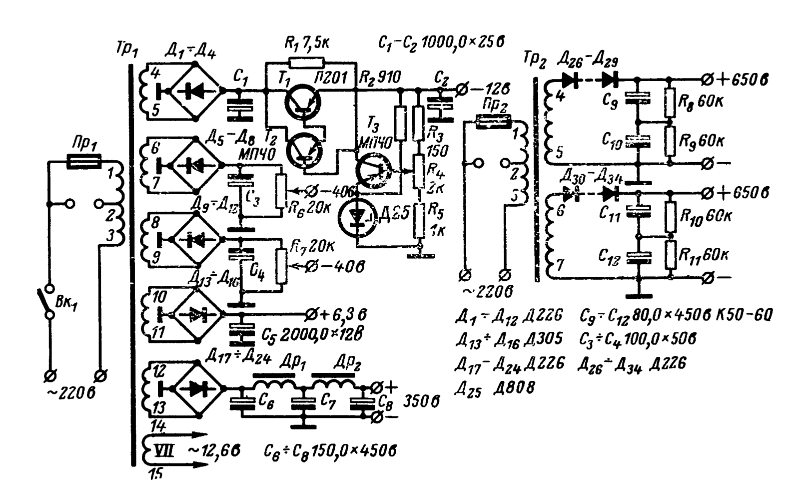


Рис. 39. Принципиальная электрическая схема блока питания.

ченной ко входу усилителя гитарой. Звучание должно быть длительным и постоянным по амплитуде.

Если транзисторы T_6 и T_7 идентичны, то триггер начинает работать сразу. Его настройка сводится к установке рабочего диапазона делимых частот в пределах 40 *гц*—2,5 *кгц*. Для проверки этого предела левый (по схеме) вывод конденсатора C_{46} отпаивают и через вспомогательную дифференцирующую RC-цепочку ($R=10$ *ком*; $C=1\,000$ *пф*) подключают к выходу генератора прямоугольных импульсов. От генератора подают напряжение 1,5 *в*. К коллектору транзистора T_6 подключают осциллограф. На экране его должны быть видны прямоугольные импульсы, частота которых в 2 раза ниже частоты генератора. Налаживание заключается в подборе сопротивлений резисторов R_{93}, R_{97} и емкостей конденсаторов C_{48}, C_{49}. О работе триггера судят по срыву колебаний на самой низшей и самой высшей частотах.

Для налаживания манипулятора эффекта «вау-эффекта» необходимо восстановить цепь конденсатора C_{46} и ко входу усилителя подключить гитару. При этом контакт K_1 должен быть в нижнем (по схеме) положении. Как только струна начнет колебаться, должно срабатывать реле P_1. При прекращении колебаний реле P_1 должно возвращаться в исходное состояние. Резистор R_{112} определяет порог срабатывания реле P_1 и его сопротивление подбирается таким, чтобы при напряжении 0,5 *в* сигнала на базе транзистора T_8 реле P_1 надежно срабатывало.

Фильтры высших ($C_{51}R_{104}C_{52}$) и низших ($R_{102}C_{50}R_{103}$) частот налаживания не требуют. Настройка манипулятора производится на слух. Она сводится к подбору сопротивления резистора R_{107}, которое определяет время заряда конденсатора C_{54}, а следовательно, и время пропускания высоких частот сигнала на вход усилителя.

Мультивибратор, собранный на транзисторах T_9, T_{10}, должен давать частоту срабатывания реле P_2 в пределах от 5 до 20 *гц*. Она устанавливается подбором емкостей конденсаторов C_{55}, C_{56} и сопротивлений резисторов R_{113}, R_{114}, R_{117}, а также R_{116}. В мультивибраторе возможно применение и других типов реле, но при этом надо вновь подобрать емкости конденсаторов C_{55}, C_{56}. Сопротивление резистора R_{115} должно быть примерно равно сопротивлению обмотки реле.

В заключение работу усилителя проверяют при подключенной гитаре, производя при необходимости нужные регулировки.

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ РИТМ- И БАС-ГИТАРЫ

Усилитель для ритм-гитары выполнен по схеме, приведенной на рис. 29. При этом каскады на транзисторах T_1—T_4 и лампе $Л_1$ исключены. Сигнал от гитары (с выхода резистора R_{10}, см. рис. 5) подается на сетку лампы $Л_2$.

Блок питания усилителя выполнен по схеме, аналогичной приведенной на рис. 39. Однако силовой трансформатор используется один. Он выполнен на сердечнике из пластин УШ40; толщина набора 40 *мм*. Обмотка *1—2—3* содержит 420 витков провода ПЭЛ 0,7+260 витков провода ПЭЛ 0,5 (сетевая), обмотка *4—5* — 36 витков провода ПЭЛ 0,12 (для питания транзисторных блоков гитары), обмотка *6—7* — 130 витков провода ПЭЛ 0,12 (для напряжения

смещения ламп ГУ-50), обмотка *8—9* — 22 витка провода ПЭЛ 0,8 (для накала ламп предварительных усилителей), обмотка *10—11* — 1 130 витков провода ПЭВ 0,16 (для питания анодных цепей ламп предварительных усилителей), обмотка *12—13* — 40 витков провода ПЭЛ 0,8 (для питания накала ламп ГУ-50), обмотка *14—15* — 1 900 витков провода ПЭВ 0,3 (для питания анодов ламп ГУ-50).

Усилитель для бас-гитары выполнен по схеме, описанной в журнале «Радио» № 2 за 1969 г. И. Журавлевым и В. Белоусенко.

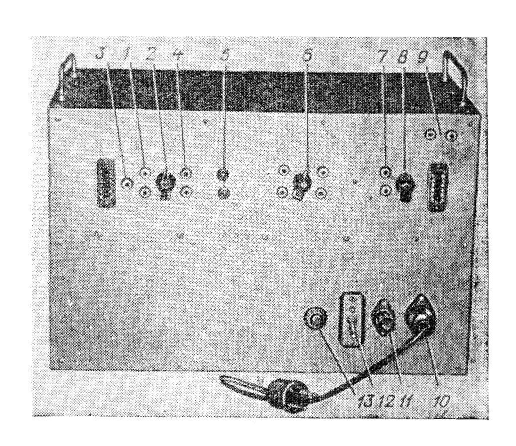


Рис. 40. Внешний вид усилителя для электрогитар ритм и бас.

1 — гнездо входа ритм-гитары; *2* — регулятор громкости ритм-усилителя; *3* — гнездо питания генератора вибрато ритм-гитары; *4* — гнездо подключения звуковой колонки ритм-усилителя; *5* — регуляторы тембра ритм-усилителя; *6* — дополнительный вход ритм-усилителя; *7* — гнезда входа бас-усилителя; *8* — регулятор громкости бас-усилителя; *9* — гнезда подключения звуковой колонки бас-усилителя; *10* — сетевой шланг; *11* — предохранитель; *12* — сетевой тумблер; *13* — индикаторная лампочка.

Бестрансформаторный выход усилителя обеспечивает хорошую частотную харктеристику в области низких частот, а мощность 50 *вт* позволяет использовать его в концертном ансамбле.

Оба усилителя смонтированы в одном корпусе (рис. 40): усилитель бас-гитары — в нижней, а усилитель ритм-гитары — в верхней его части. Разъемы в блоке питания служат для подачи питающих напряжений на аппаратуру канала радиосвязи.

СИСТЕМА АКУСТИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

Акустическая система концертного комплекса состоит из пяти звуковых колонок: трех гитарных и двух микрофонных.

Корпуса звуковых колонок усилителей соло-гитары, ритм-гитары и микрофонного усилителя изготовлены из фанеры толщиной 10—12 *мм,* а фронтальные доски — из древесностружечной плиты толщиной 18—20 *мм.* Корпус колонки бас-усилителя полностью из-

готовлен из древесностружечной плиты толщиной 20 *мм*. Верхняя, нижняя и боковые стенки колонок соединены между собой с помощью уголка размером 30×30 *мм* из дюралюминия толщиной 4 *мм*. Громкоговорители закреплены на фронтальных досках винтами М4, М5 с потайными головками. Доски можно обтянуть радиотканью или обычной «шотландкой». К колонкам они прикрепляются с внутренней стороны с помощью уголков. Так как головка крепежного винта должна быть углублена и скрыта под тканью, то удобнее для этой цели использовать болты с граненой головкой: углубление в древесине удерживает болт от проворачивания. С наружной стороны колонки оклеивают дерматином, что дает некоторые преимущества перед лакировкой, покраской и т. п. при транспортировке. Для повышения механической прочности и предохранения стыков боковых стенок от повреждений все ребра колонок окантованы дюралюминиевыми уголками размером 20×20 *мм*.

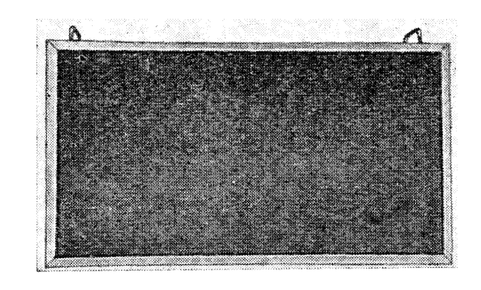


Рис. 41. Внешний вид акустической колонки для усилителя электрогитары бас.

На рис. 41 показана для примера бас-колонка. Она имеет размеры 1 000×500×350 *мм*. В ней размещены два громкоговорителя 2А-9 (завода Кинап) мощностью по 25 *вт*.

Акустические колонки соло- и ритм-гитар одинаковы. Они имеют размеры 1 100×600×250 *мм* и допускают размещение (в случае отсутствия указанных на схеме) 20—25 громкоговорителей типа 2ГД-8.

Микрофонных колонок две. Их размеры 1 000×500×250 *мм*. Наличие двух колонок (их располагают при эксплуатации по краям оркестра) позволяет получить прямой фронт звуковой атаки и озвучивать большие помещения.

АППАРАТУРА КАНАЛА РАДИОСВЯЗИ

Введение канала радиосвязи является дальнейшим усовершенствованием системы комплекса электромузыкальных инструментов, так как он позволяет заменить проводную связь электрогитары с усилителем радиосвязью. При этом исполнитель обретает неограниченную свободу передвижений.

Чтобы перекрыть расстояние 10—15 *м*, передающее устройство может иметь минимальную мощность 5—10 *мвт*. Радиоприемник же должен быть достаточно чувствительным (20—30 *мкв/м*). Для радиосвязи используется УКВ любительский диапазон 144—146 *Мгц*.

Приемник канала радиосвязи выполнен по супергетеродинной схеме на рис. 42. Он состоит из преобразователя частоты, собран-

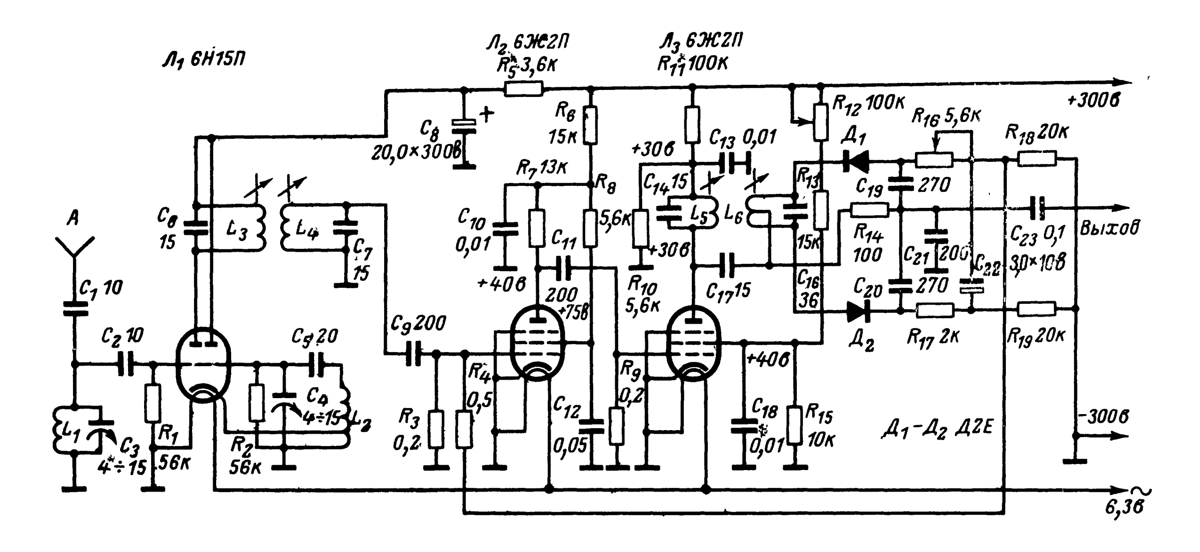


Рис. 42. Принципиальная электрическая схема приемника канала радиосвязи.

ного на лампе $Л_1$, широкополосного усилителя ПЧ на лампах $Л_2$ и $Л_3$ и детекторного каскада на диодах $Д_1$ и $Д_2$.

Напряжение полезного сигнала, выделенное на антенном контуре L_1C_3, подается на вход лампы $Л_1$. На правом по схеме триоде этой лампы собран гетеродин по схеме индуктивной трехточки. Оба триода связаны через один общий катод, и анодный ток левого по схеме триода изменяется как под действием напряжения сигнала, так и под действием напряжения гетеродина. В результате на полосовых фильтрах L_3C_6, L_4C_7 выделяется напряжение промежуточной частоты 8,4 *Мгц*. Напряжение сигнала промежуточной частоты подается на вход лампы $Л_2$ с активной анодной нагрузкой, что делает усилитель широкополосным. Лампа $Л_3$ работает в режиме ограничения и позволяет резко снизить помехи, вызываемые амплитудной модуляцией сигнала. Напряжение же полезного сигнала выделяется на резонансном контуре в анодной цепи лампы и подается на детектор отношений $Д_1$—$Д_2$. Выбранная схема дает возможность ввести цепь АРУ, напряжение которой снимается с резистора R_{18} и подается на вход лампы $Л_2$. Без АРУ перемещение передатчика вызывало бы заметное изменение выходного напряжения. Конденсатор C_{22}, фильтрующий выходное напряжение по промежуточной частоте, вызывает завал частотной характеристики в области

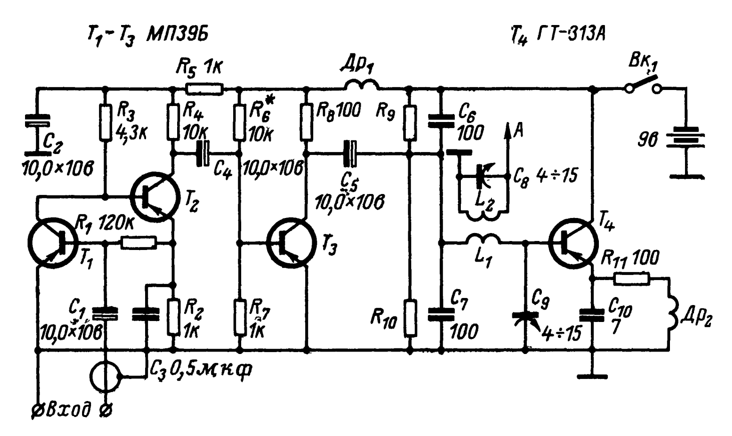


Рис. 43. Принципиальная электрическая схема передатчика канала радиосвязи.

высоких частот, что, однако, специально компенсируется частотной характеристикой модулятора передатчика, в который вводятся так называемые «предыскажения».

Конструкция и детали. Для фильтров ПЧ приемника применены соответствующие промышленные фильтры. Из них удаляются фильтры на частоту 465 *кгц* и в них размещаются детали приемника (например, в фильтре ПЧ с выходом на дискриминатор монтируют детали детектора).

Катушки индуктивности L_1 и L_2 бескаркасные и имеют 3 и 4,5 витка соответственно посеребренного медного провода диаметром 1 *мм*. Провод наматывается на оправку диаметром 8 *мм* виток

к витку и растягивается для L_1 на 5 *мм*, а для L_2 на 7 *мм*. У катушки L_2 со стороны «земляного» по схеме вывода делается отвод от 1,5-го витка.

Соединительные проводники при монтаже должны иметь минимальную длину. Антенной приемника служит штырь длиной 1 *м*. Приемник выполнен в виде приставки к основному усилителю НЧ, от которого на приемник подаются необходимые питающие напряжения.

Налаживание. Радиоприемник можно легко наладить с помощью прибора Х1-7 (ПНТ-3М) — измерителя частотных характеристик. Для этого вход лампы $Л_2$ отключают от основной схемы и через делитель 1 : 10 подают на него выходное напряжение прибора. Вращая сердечники катушек L_5, L_6, добиваются, чтобы середина резонансной кривой на экране трубки прибора находилась на частоте 8,4 *Мгц*. Восстанавливают подключение лампы $Л_2$ и освобождают вход лампы $Л_1$, переключив на него выход прибора Х1-7, а его осциллограф через детекторную головку — к аноду лампы $Л_1$. Настраивают фильтр промежуточной частоты на 8,4 *Мгц*, добиваясь сердечниками обоих катушек типовой характеристики. Восстанавливают подключение лампы $Л_1$. Дальнейшая настройка выполняется совместно с передатчиком по наибольшей громкости с помощью подстроечных конденсаторов C_3, C_4.

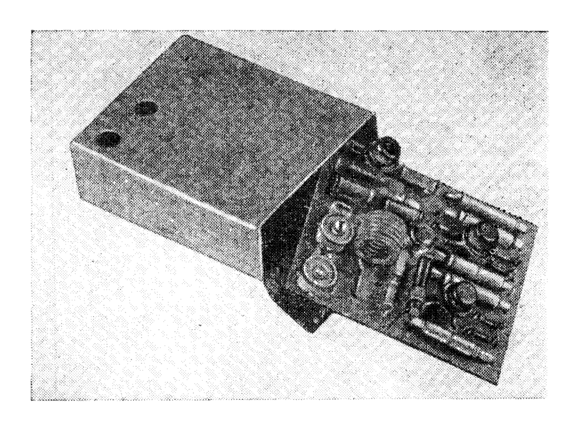


Рис. 44. Устройство передатчика.

Передатчик канала радиосвязи выполнен по схеме, приведенной на рис. 43. Генератор высокой частоты собран на транзисторе T_4 по схеме емкостной трехточки. Напряжение положительной обратной связи подается в колебательный контур L_1C_9, включенный в цепь базы транзистора через емкостный делитель C_6C_7.

Модулятор передатчика собран на транзисторах T_1—T_3. Напряжение модуляции, снимаемое с коллекторной нагрузки транзистора T_3, подается на базу транзистора T_4. Это напряжение изменяет ёмкость эмиттерного перехода, подключенную параллельно емкости контура. Следовательно, частота генерации в контуре L_1C_9 будет изменяться в соответствии с низкой частотой — частотная модуля-

ция в. ч. напряжения. Модулятор передатчика обеспечивает необходимое изменение напряжения примерно на 0,1—0,15 *в*, при котором девиация частоты составляет примерно 200 *кгц*. Емкость конденсатора C_3 в цепи эмиттера T_2 поднимает усиление модулирующего напряжения в области высших частот.

На рис. 44 показана конструкция передатчика. Катушка L_1 имеет 2 витка посеребренного провода диаметром 1 *мм*, катушка L_2 — 1 виток того же провода. Диаметр катушек 8 *мм*. Высокочастотные дроссели $Др_1$ и $Др_2$ имеют индуктивность примерно 30 *мкгн*. Они намотаны проводом ПЭВ 0,1 по 40—50 витков на каркасах диаметром 3 *мм*.

В качестве антенны передатчика используется медная трубка — штырь длиной 20 *см*.

Передатчик помещают в сплошной экран, который одновременно является и его корпусом. Корпус пристегивается к ремню электрогитары со стороны спины исполнителя.

Используемые в описанном комплексе инструментов ревербераторы выполнены на основе серийного магнитофона «Яуза-6». В его электрическую схему добавляется еще одна записывающая головка (рис. 45), которая подключается вместо собственной уни-

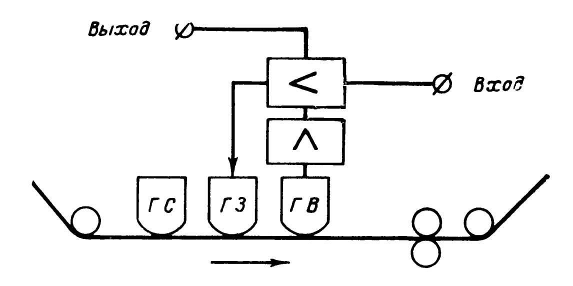


Рис. 45. Блок-схема ревербератора.

версальной головки магнитофона. А собственная головка подключается на вход усилителя через дополнительный каскад, выполненный, например, на половине лампы 6Н2П. Время повторения сигнала обратно пропорционально скорости движения ленты и прямо пропорционально расстоянию между головками. Скорость движения ленты увеличена до 19 *см/сек*. Для этого выточен новый шкив двигателя. Его диаметр в 2 раза больше заводского. Такая скорость движения ленты дает частоту повторения сигнала около 5 раз в секунду при расстоянии между головками, равном 30 *мм*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин А. А. Электронные музыкальные инструменты. М. «Энергия», 1970.

2. Волошин В., Федорчук Л., Сасага Б. Электроорган. — «Радио», 1967, № 12.

3. Глуховский М. Современная электрогитара. — «Радио», 1971, № 1.

4. Журавлев И., Белоусенко В. Транзисторный усилитель мощностью 50 *вт*. — «Радио», 1969, № 2.

5. Митрофанов А. Электрониум. — «Радио», 1970, № 1.

6. Овсянников А. Многоголосый электромузыкальный инструмент. — «Радио», 1967, № 7.

7. Медведовский Д. С., Гузевич О. Н. Электрогитары. М., «Энергия», 1970.

8. Портной Б., Невский Н. Электрогитара. — «Радио», 1969, № 12.

9. Терещук Р. М. и др. Справочник радиолюбителя. Киев. Изд-во технической литературы, 1967.

ОГЛАВЛЕНИЕ

БОРИС ВЛАДИМИРОВИЧ ПОРТНОЙ
НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ МАСЛЕННИКОВ
НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ НЕВСКИЙ

Концертный комплекс электромузыкальных инструментов

Редактор *Л. В. Цыганова*
Редактор издательства *В. А. Абрамов*
Обложка художника *А. А. Иванова*
Технический редактор *Н. А. Галанчева*
Корректор *А. К. Улегова*

Сдано в набор 20/II 1973 г. Подписано к печати 8/X 1973 г. Т-13995
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2
Усл. печ. л. 2,1 Уч.-изд. л. 2,27
Тираж 30 000 экз. Зак 115 Цена 10 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Цена 10 коп.